



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 12 579 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**G 05 B 19/042**  
G 05 B 15/02

⑳ Aktenzeichen: 100 12 579.4  
㉔ Anmeldetag: 15. 3. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 27. 9. 2001

㉑ Anmelder:  
teamtechnik Maschinen und Anlagen GmbH, 71691  
Freiberg, DE  
㉒ Vertreter:  
Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart

㉓ Erfinder:  
Reinisch, Hubert, Dr.-Ing., 71691 Freiberg, DE;  
Langenbacher, Markus, 71634 Ludwigsburg, DE;  
Roßkopf, Max, 71691 Freiberg, DE

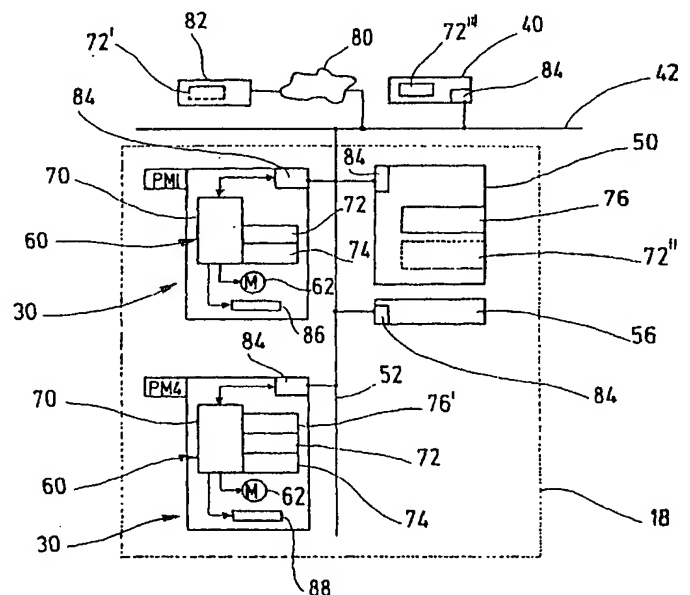
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
DE 195 06 957 C2  
DE 199 06 341 A1  
DE 197 41 671 A1  
DE 196 24 929 A1  
DE 196 15 190 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Prozeßmodul für eine Bearbeitungsstation, Bearbeitungsstation und Verfahren zur Inbetriebnahme einer Bearbeitungsstation

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Prozeßmodul für eine Bearbeitungsstation (18) zur Ausführung einer vorgegebenen Funktion, mit einer Steuereinrichtung (60), der eine Programmablaufeinheit (76; 76') zugeordnet ist, auf der ein das Prozeßmodul steuerndes Programm zum Ablauf gelangt. Das Prozeßmodul ist dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (60) eine Programmdaten-Verwaltungseinheit (74) umfaßt, die die Übertragung des dem Prozeßmodul (30) zugeordneten Programms aus einem Programmdaten-Speicher (72; 72'; 72'') zu der Programmablaufeinheit (76; 76') koordiniert. Ferner betrifft die Erfindung eine Bearbeitungsstation mit zumindest einem solchen Prozeßmodul (30) zur Ausführung einer vorgegebenen Funktion, sowie ein Verfahren zur Inbetriebnahme einer solchen Bearbeitungsstation (Fig. 4A).



DE 100 12 579 A 1

DE 100 12 579 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Prozeßmodul für eine Bearbeitungsstation zur Ausführung einer vorgegebenen Funktion, mit einer Steuereinrichtung, der eine Programmablaufeinheit zugeordnet ist, auf der ein das Prozeßmodul steuerndes Programm zum Ablauf gelangt. Die Erfindung betrifft ferner eine Bearbeitungsstation mit zumindest einem solchen Prozeßmodul und einem Bussystem zur Übertragung von Daten zu der Steuereinrichtung des Prozeßmoduls.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Inbetriebnahme einer solchen Bearbeitungsstation.

Eine Bearbeitungsstation der vorgenannten Art ist beispielsweise aus der DE 197 41 671 A1 bekannt. Eine solche Bearbeitungsstation ist üblicherweise Teil eines modularen Bearbeitungs-, Montage- und Prüfsystems, das zur Bearbeitung, Montage und Prüfung von Produkten dient. Innerhalb des Montagesystems kommt jeder Bearbeitungsstation zumindest eine bestimmte Funktion zu, die bei dem Produkt durchgeführt werden soll. Beispielsweise kann eine Funktion darin bestehen, zwei Gehäuseteile miteinander zu verbinden. Eine andere Funktion besteht darin, ein Gehäuseteil per Laser zu beschriften. Diese Funktionen werden in den Bearbeitungsstationen automatisch durchgeführt. Daneben umfaßt ein Montagesystem beispielsweise auch manuelle Bearbeitungsstationen, wo die Funktionen manuell ausgeführt werden, sowie reine Transferstationen, die lediglich zum Weitertransport der mit den Produkten bestückten Paletten dienen.

In der obengenannten Druckschrift sind Bearbeitungsstationen gezeigt, die mehrere sogenannte Prozeßmodule umfassen. Diese Prozeßmodule sind jeweils in sich abgeschlossene Vorrichtungen, die eine bestimmte Funktion ausüben. Da eine Bearbeitungsstation mehrere solcher Prozeßmodule aufnehmen kann, ist es somit möglich, in einer Bearbeitungsstation mehrere Funktionen auszuüben.

Aufgrund des modularen Aufbaus der Prozeßmodule lassen sich diese mit sehr wenig Aufwand in die Bearbeitungsstation einsetzen sowie aus dieser wieder herausnehmen. Neben dem Einstecken der notwendigen Verbindungsstecker für die Versorgungsmedien, wie Druckluft, elektrische Energie etc., ist es zur Inbetriebnahme des jeweiligen Prozeßmoduls notwendig, das zur Steuerung der Funktion notwendige Programm (Softwaremodul) in eine zentrale Basis-Steuereinrichtung der Bearbeitungsstation einzuspielen, wo es dann zusammen mit den anderen Programmen der anderen Prozeßmodule zum Ablauf gelangt. Bei der Basis-Steuereinrichtung handelt es sich beispielsweise um eine sogenannte SPS.

Dieses Einspielen des Programms erfolgt über ein Notebook, das mit der Basis-Steuereinrichtung verbunden wird.

Obleich dieser Vorgang in der Praxis schnell und einfach ausführbar ist, besteht selbstverständlich weiterhin das Bedürfnis, den Einbau von Prozeßmodulen noch weiter zu vereinfachen. Insbesondere soll der Einbau so einfach ausgestaltet sein, daß er ohne weiteres auch von ungeschultem Personal durchgeführt werden kann, d. h. eine sogenannte "Plug and Work"-Funktionalität aufweist.

Vor diesem Hintergrund besteht eine Aufgabe der Erfindung darin, das Prozeßmodul der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß es schnell und einfach auch von ungeschultem Personal eingebaut werden kann. Darüber hinaus besteht eine weitere Aufgabe der Erfindung darin, die Durchführung von Test- und Wartungsarbeiten zu vereinfachen.

Die vorgenannten Aufgaben werden bei dem Prozeßmodul der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die

Steuereinrichtung eine Programmdaten-Verwaltungseinheit umfaßt, die die Übertragung des dem Prozeßmodul zugeordneten Programms aus einem Programmdaten-Speicher zu der Programmablaufeinheit koordiniert.

Mit diesem Prozeßmodul erreicht man den Vorteil, daß das zur Steuerung des Prozeßmoduls notwendige Programm (Steuerungsprogramm) nicht mehr manuell von einer Bedienperson eingespielt werden muß, sondern daß dieser Vorgang automatisch nach Anschluß des Prozeßmoduls in der Bearbeitungsstation durchgeführt wird. Das Prozeßmodul weist demgemäß so viel "Intelligenz" auf, daß es der das Programm ausführenden Programmablaufeinheit entweder das Programm direkt übermitteln kann oder zumindest die Information übermitteln kann, wo das Programm abgelegt ist.

Diese Möglichkeit der automatischen Übertragung des zur Steuerung des Prozeßmoduls notwendigen Programms führt zu einer deutlichen Vereinfachung des Aufbaus von Bearbeitungsstationen, so daß nicht nur Zeit sondern auch Geld eingespart werden kann, das bisher für die zur Inbetriebnahme notwendigen Techniker ausgegeben werden mußte.

Wie bereits erwähnt, wird die Übertragung des Programms von der Programmdaten-Verwaltungseinheit koordiniert. In diesem Zusammenhang ist unter dem Begriff "Koordinieren" im einfachsten Fall zu verstehen, daß die Programmdaten-Verwaltungseinheit jene Informationen trägt, die beispielsweise für die Basis-Steuereinrichtung notwendig sind, um den Speicherort des Programms zu finden, und um dann das Programm aus dem Speicher in die Programmablaufeinheit zu übertragen. Der Programmdaten-Verwaltungseinheit kommt in diesem Fall eine passive Rolle zu. Unter dem Begriff "Koordinieren" ist im weitesten Sinne jedoch auch zu verstehen, daß die Programmdaten-Verwaltungseinheit das gewünschte Programm aktiv aus dem Programmdaten-Speicher holt und zu der Programmablaufeinheit überträgt. Selbstverständlich sind auch Zwischenlösungen denkbar. Das Steuerungsprogramm läßt sich somit aus unterschiedlichen Quellen laden, beispielsweise aus einem Speicher im Prozeßmodul, aus dem Internet, von Diskette, CD-ROM etc.

In einer bevorzugten Weiterbildung umfaßt die Steuereinrichtung des Prozeßmoduls den Programmdaten-Speicher.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß das Prozeßmodul alle Software- und Hardwarekomponenten umfaßt, die letztlich zur Inbetriebnahme und zum Betrieb dieses Prozeßmoduls notwendig sind. Damit ist es sehr einfach möglich, dieses Prozeßmodul auch außerhalb der Bearbeitungsstation zu testen. Die den Test durchführende Person muß sich beispielsweise nicht darum kümmern, ob das beim Test benutzte Programm auch jenem Programm entspricht, das in der Bearbeitungsstation zur Anwendung kam, bzw. kommen wird. Vielmehr wird auf das in dem Programmdaten-Speicher abgelegte Programm, das auch im normalen Betrieb verwendet wird, zugegriffen.

In einer bevorzugten Weiterbildung umfaßt die Steuereinrichtung des Prozeßmoduls die Programmablaufeinheit, die vorzugsweise als Mikroprozessor ausgebildet ist. Mit anderen Worten bedeutet dies, daß die Steuereinrichtung innerhalb des Prozeßmoduls einen Mikrocomputer aufweist, auf dem das Programm zum Ablauf gelangt.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß auch zeitkritische Funktionen ausgeführt werden können, da das Programm nicht mehr in einer zentralen, allen Prozeßmodulen zugeordneten Basis-Steuereinrichtung zusammen mit den anderen Programmen der anderen Prozeßmodule einer Bearbeitungsstation ausgeführt wird.

Damit läßt sich die Zeitdauer zwischen Ende des Pro-

gramms und Neustart des Programms (Durchlaufzyklus des Programms) deutlich verringern. Darüber hinaus läßt sich die Programmablaufeinheit im Hinblick auf das auszuführende Programm optimieren, was nicht nur zu einer Verbesserung der Steuerung des Prozeßmoduls führt sondern auch zu gewissen Kostenvorteilen. Insbesondere ist es nicht mehr notwendig, die sonst zur Ausführung des Programms verwendete Basis-Steuereinrichtung entsprechend dem komplexesten oder zeitkritischsten Programm auszuliegen. Zudem läßt sich ein autarkes Prozeßmodul realisieren.

In einer bevorzugten Weiterbildung umfaßt die Programmdaten-Verwaltungseinheit eine Speichereinheit zur Abspeicherung von prozeßmodulspezifischen Daten. Ferner ist die Programmdaten-Verwaltungseinheit vorzugsweise über einen Bus mit dem Programmdaten-Speicher verbindbar.

Bei den in der Speichereinheit abgespeicherten prozeßmodulspezifischen Daten handelt es sich beispielsweise um eine Identifikationsnummer des Prozeßmoduls, die unter anderem von der ausgeübten Funktion abhängt, oder um die Angabe des Speicherorts des Programms, beispielsweise die Speicheradresse innerhalb des Prozeßmodul-Speichers oder aber eine Internetadresse, über die das Programm geladen werden kann. Ein weiteres produktspezifisches Datum ist beispielsweise der Ort der zum Programmablauf notwendigen Programmablaufeinheit, beispielsweise Prozeßmodul oder Basis-Steuereinrichtung.

Wie bereits zuvor erwähnt, sind diese Daten dann notwendig, wenn die Programmdaten-Verwaltungseinheit passiv arbeitet. In diesem Fall wird beispielsweise die Basis-Steuereinrichtung diese Daten über den Bus abfragen und entsprechende Aktionen ausführen.

Alternativ kann die Programmdaten-Verwaltungseinheit auch aktiv arbeiten, so daß die Übertragung der Programmdaten zur Programmablaufeinheit direkt von dieser ohne Beteiligung der Basis-Steuereinrichtung ausgeführt wird. Im besten Fall kann dann sogar auf eine Basis-Steuereinrichtung vollständig verzichtet werden.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch von einer Bearbeitungsstation der eingangs genannten Art gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, daß die Steuereinrichtung des Prozeßmoduls eine Programmdaten-Verwaltungseinheit umfaßt, die die Übertragung des dem Prozeßmodul zugeordneten Programms aus einem Programmdaten-Speicher zu der Programmablaufeinheit koordiniert.

Auch hier ergeben sich die bereits im Zusammenhang mit dem Prozeßmodul erläuterten Vorteile.

Nach einer bevorzugten Weiterbildung umfaßt die vorzugsweise vorgesehene Basis-Steuereinrichtung der Bearbeitungsstation die Programmablaufeinheit. D. h., daß die zur Steuerung der Funktionen der einzelnen Prozeßmodule notwendigen Programme zentral in der Basis-Steuereinrichtung ablaufen, wobei vorzugsweise mehrere Mikroprozessoren vorgesehen sind, so daß die Programme parallel, d. h. zeitgleich, ausführbar sind. Damit ergeben sich keine Beeinträchtigungen durch die Dauer eines Programmzyklus. Selbstverständlich ist es auch denkbar, die Programme in einem timesharing-Modus quasi-parallel auf einem Mikroprozessor auszuführen.

Je nach Anwendungsfall läßt sich die Bearbeitungsstation mit mehreren Prozeßmodulen, vorzugsweise bis maximal vier Prozeßmodulen, ausstatten, so daß die Bearbeitungsstation selbst eine der Anzahl der Prozeßmodule entsprechende Anzahl an Funktionen ausüben kann.

Nach einer bevorzugten Weiterbildung ist die Basis-Steuereinrichtung und/oder die Steuereinrichtung eines Prozeßmoduls so ausgebildet, daß sie eine Verbindung mit dem Programmdaten-Speicher herstellen kann, der außerhalb der

Bearbeitungsstation, beispielsweise in einem Speicher eines zentralen Leitsystems, in einer Datenbank eines Rechners oder auf einem Internet-Server liegt.

Diese Maßnahme hat den Vorteil, daß das Programm beispielsweise über das Internet von einem am Internet angeschlossenen Server geladen werden kann, so daß insbesondere die Pflege der Programme und die Installation von Updates deutlich vereinfacht wird. Selbstverständlich ist es auch denkbar, statt dem Internet andere Datennetze hierfür einzusetzen.

Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch von einem Verfahren zur Inbetriebnahme einer Bearbeitungsstation mit den zuvor genannten Merkmalen gelöst, das sich dadurch auszeichnet, daß nach Anschluß eines Prozeßmoduls an der Bearbeitungsstation vorzugsweise über die Schnittstelle, das das Prozeßmodul steuernde Programm abhängig von in der Programmdaten-Verwaltungseinheit abgelegten prozeßmodulspezifischen Daten aus dem Programmdaten-Speicher ausgelesen und zur Programmablaufeinheit übertragen wird. Vorzugsweise umfassen die prozeßmodulspezifischen Daten zumindest ein Datum der folgenden Daten: Speicherort des Programms, Ort des Übertragungsziels des Programms und Identifikationsdaten des Prozeßmoduls. Auch mit diesem Verfahren lassen sich die bereits zuvor beschriebenen Vorteile realisieren.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung wird nun anhand eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die Zeichnung näher beschrieben. Dabei zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung einer kompletten Bearbeitungsstation bzw. eines Bearbeitungs-, Prüf- und -Montagesystems in einer Seiten- und einer Draufsicht;

**Fig. 2** eine schematische Darstellung einer automatischen Bearbeitungsstation mit auswechselbaren Prozeßmodulen;

**Fig. 3** eine schematische Darstellung des steuerungstechnischen Aufbaus der Bearbeitungsanlage;

**Fig. 4A** ein schematisches steuerungstechnisches Blockdiagramm einer Bearbeitungsstation; und

**Fig. 4B** ein schematisches steuerungstechnisches Blockdiagramm einer Bearbeitungsstation gemäß **Fig. 4A** ohne Basis-Steuereinrichtung.

In **Fig. 1** ist ein Montagesystem bzw. eine Bearbeitungsanlage mit dem Bezugszeichen **10** bezeichnet. Die Bearbeitungsanlage **10** ist in der oberen Darstellung in Seitenansicht und in der unteren Darstellung in Draufsicht gezeigt. Die Bearbeitungsanlage **10** setzt sich aus mehreren in Reihe angeordneten Einheiten **12.1** bis **12.6** zusammen. Die Anzahl von sechs Einheiten ist rein beispielhaft und in der Praxis darauf nicht beschränkt. Vielmehr kann die Bearbeitungsanlage aus weniger oder auch mehr als sechs Einheiten bestehen, die nicht nur in einer Linie sondern auch in anderen geometrischen Formen angeordnet sein können.

Jede der Einheiten **12.1** bis **12.6** weist zwei parallel zueinander liegende Transportbahnabschnitte auf, die in der unteren Draufsicht mit den Bezugszeichen **14** bzw. **16** gekennzeichnet sind. Die beiden in einer Einheit **12.1** bis **12.6** vorgesehenen Transportbahnabschnitte **14**, **16** besitzen entgegengesetzte Lauf- bzw. Transportrichtungen. Die Transportbahnabschnitte **14**, **16** der Einheiten **12.1** bis **12.6** sind so ausgelegt, daß ein Transport einer Palette von einer Einheit

zur nächsten Einheit möglich ist. Um eine geschlossene Transportbahn zu erzielen, sind die beiden am Ende der Bearbeitungsanlage angeordneten Einheiten 12.1 und 12.6 als Umlenk- bzw. Wendeeinheiten ausgelegt, die die beiden Transportbahnabschnitte 14, 16 der benachbarten Einheit 12.2 bzw. 12.5 miteinander verbinden.

Eine solche Bearbeitungsanlage 10 ermöglicht es, ein auf einer Palette umlaufendes Werkstück der Reihe nach unterschiedlichen Bearbeitungsvorgängen zu unterziehen. Hierfür sind die Einheiten 12.2 bis 12.5 unterschiedlich ausgebildet, da sie unterschiedliche Zwecke erfüllen sollen. So ist die Einheit 12.2 als automatische Bearbeitungsstation 18 ausgebildet, die beiden Einheiten 12.3 und 12.4 als manuelle Bearbeitungsstationen 20 und die Einheit 12.5 als reine Transport- bzw. Transferstation (Puffer) 22.

Zur Versorgung der einzelnen Einheiten 12.1 bis 12.6 mit den erforderlichen Medien, wie elektrische Spannung, Druckluft etc., erstrecken sich entsprechende Energiestränge von Einheit zu Einheit. In der Seitenansicht in Fig. 1 ist der Druckluft- oder pneumatische Energiestrang mit dem Bezugszeichen 24 gekennzeichnet, während der elektrische Energiestrang mit dem Bezugszeichen 26 gekennzeichnet ist. Der pneumatische Energiestrang 24 verläuft im unteren Bereich der Einheiten 12.1 bis 12.6, der elektrische Energiestrang 26 demgegenüber jedoch im oberen Bereich der Einheiten. Zu dem elektrischen Energiestrang 26 gehören nicht nur die Leitungen für die elektrische Energieversorgung sondern beispielsweise auch die Leitungen eines Datenbusses. Die Verbindung der beiden Energiestränge 24, 26 zwischen den Einheiten erfolgt üblicherweise mittels Steckverbindungen, die der Übersichtlichkeit wegen in der Figur jedoch nicht dargestellt sind.

Die in der Bearbeitungsanlage 10 vorgesehene automatische Bearbeitungsstation 18 ist in der Lage, bei Bedarf nicht nur eine Funktion sondern auch mehrere Funktionen auszuführen. In diesem Zusammenhang ist unter Funktion ein Arbeitsschritt zu verstehen, der an dem Werkstück, das die Bearbeitungsstation durchläuft, ausgeübt wird. Ein solcher Arbeitsschritt kann beispielsweise in einer spanenden oder nichtspanenden Bearbeitung des Werkstücks gesehen werden, im Verbinden des Werkstücks mit einem anderen Teil, im Prüfen des Werkstücks auf Funktionsfähigkeit, im Beschriften des Werkstücks mittels eines Lasers oder einem beliebigen anderen Prüfst- oder Bearbeitungsschritt.

Jede dieser Funktionen bzw. jeder dieser Arbeitsschritte wird nachfolgend als Prozeß bezeichnet, wobei die automatische Bearbeitungsstation 18 zur Ausführung eines solchen Prozesses ein entsprechend ausgelegtes Prozeßmodul aufweist. Dieses Prozeßmodul ist in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 30 bezeichnet. Deutlich zu erkennen ist in Fig. 1, daß die automatische Bearbeitungsstation 18 insgesamt vier solcher Prozeßmodule 30 aufweist. Diese Zahl von vier Prozeßmodulen ist jedoch rein beispielhaft gewählt. Es ist durchaus denkbar, auch eine geringere Anzahl von Prozeßmodulen oder möglicherweise auch eine höhere Anzahl von Prozeßmodulen zu verwenden.

Jedes der Prozeßmodule 30 ist in sich abgeschlossen und ist unabhängig von den anderen in einer Bearbeitungsstation 18 vorhandenen Prozeßmodulen 30 funktionsfähig. Die Installation der elektrischen und pneumatischen Leitungen eines Prozeßmoduls 30 ist so weit vorbereitet, daß lediglich die Anbindung an den entsprechenden Energiestrang, beispielsweise mittels üblicher Steckverbinder, erforderlich ist.

In Fig. 2 ist ein Prozeßmodul 30 in Seitenansicht gezeigt, das von einem Hubwagen 31 gestützt wird. Der Pfeil 32 soll andeuten, daß dieses Prozeßmodul 30 in die Bearbeitungsstation 18 hineingefahren werden kann und dort mit einer entsprechend vorgesehenen (nicht dargestellten) Trägerein-

heit verbunden wird. Diese Trägereinheit umfaßt Abstürzelemente, auf denen das Prozeßmodul 30 aufliegt, sowie zumindest zwei Positionierelemente, die für eine exakte Positionierung des Prozeßmoduls 30 innerhalb der Bearbeitungsstation 18 sorgen. Die Verbindung des Prozeßmoduls 30 mit den Energiesträngen 24, 26 erfolgt über schematisch angedeutete Steckverbindungen 34, 36.

Dieser modulare Aufbau der automatischen Bearbeitungsstation 18 ermöglicht eine sehr flexible und einfache Anpassung an die Erfordernisse des Betreibers der Bearbeitungsanlage 10. Darüber hinaus ist jederzeit eine Anpassung oder Änderung der automatischen Bearbeitungsstation 18 möglich, indem die jeweiligen Prozeßmodule 30 durch Prozeßmodule 30 anderer Funktion ausgetauscht werden.

Wie bereits erwähnt, erfolgt die Anbindung des Prozeßmoduls 30 an die Energiestränge 24, 26 über entsprechende Steckverbindungen 34, 36. Zur Inbetriebnahme des Prozeßmoduls 30 ist es daneben auch erforderlich, eine das Prozeßmodul 30 steuernde Softwarekomponente (im folgenden als Programm bezeichnet) an entsprechender Stelle zu installieren und zu starten. Dieser Vorgang soll nun anhand der Fig. 3 und 4 nachfolgend beschrieben werden.

In Fig. 3 ist der steuerungstechnische Aufbau der Bearbeitungsanlage 10 ausschnittsweise schematisch dargestellt. Die Bearbeitungsanlage 10 umfaßt optional eine Anlagensteuerung bzw. ein Leitsystem 40, das übergeordnete und koordinierende Funktionen innerhalb der gesamten Bearbeitungsanlage 10 übernimmt.

In diesem Leitsystem ist unter anderem die Konfiguration der gesamten Anlage sowie die Bearbeitungsfolge der zu bearbeitenden Werkstücke angegeben. Das Leitsystem 40 kommuniziert mit den einzelnen Einheiten 12.1 bis 12.6 über einen Datenbus 42, der beispielsweise als Profibus ausgelegt ist. Die einzelnen Einheiten 12.1 bis 12.6 sind, sofern überhaupt erforderlich, über eine Steckverbindung 44 mit dem Datenbus 42 verbunden. Wie bereits erwähnt, ist der Datenbus 42 Teil des elektrischen Energiestrangs 26, der sich durch die gesamte Bearbeitungsanlage 10 erstreckt.

In Fig. 3 ist der steuerungstechnische Aufbau der automatischen Bearbeitungsstation 18 dargestellt, die über die Steckverbindung 44 an dem Datenbus 42 angeschlossen ist. Die Bearbeitungsstation 18 weist eine Basis- bzw. Stationssteuerung 50 auf, die an einem internen Datenbus 52 angeschlossen ist. Diese Basis-Steuerung 50, die beispielsweise eine SPS umfaßt, dient unter anderem dazu, der Bearbeitungsstation 18 zugeordnete Aufgaben auszuführen. Hierzu gehört beispielsweise das Abschalten der gesamten Station bei Betätigung eines Not-Aus-Schalters, der in Fig. 3 mit dem Bezugszeichen 54 gekennzeichnet ist. Eine weitere Aufgabe der Basis-Steuerung 50 kann in der Kommunikation über den Datenbus einerseits mit dem Leitsystem 40 und andererseits mit vor- und nachgeordneten Einheiten 12 der Bearbeitungsanlage 10 bestehen.

Die Ein- und Ausgabe von Informationen, Daten oder Befehlen erfolgt über eine Stationsbedienung 56, die ebenfalls am internen Datenbus 52 angeschlossen ist. Diese Stationsbedienung 56 umfaßt ein Display zur Anzeige von bestimmten Informationen, sowie ein Tastenfeld zur Eingabe von Daten. Die Stationsbedienung 56 ist ergonomisch an einer leicht zugänglichen Stelle der Bearbeitungsstation 18 angebracht. Die Basis-Steuerung 50 hingegen ist in einem üblicherweise elektromagnetisch abgeschirmten Gehäuse, das in Fig. 2 mit dem Bezugszeichen 58 gekennzeichnet ist, untergebracht.

Wie bereits erwähnt, ist die Bearbeitungsstation 18 zur Aufnahme mehrerer Prozeßmodule 30 ausgelegt. Zum Anschluß der Prozeßmodule 30 sind die bereits erwähnten Steckverbindungen 36 in einer der Anzahl der Prozeßmo-

dule entsprechenden Anzahl vorgesehen. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel kann die Bearbeitungsstation 18 insgesamt vier Prozeßmodule 30 aufnehmen, so daß insgesamt auch vier Steckverbindungen 36 vorgesehen sind. Aus Übersichtlichkeitsgründen ist in Fig. 3 der steuerungstechnische Aufbau von nur einem Prozeßmodul 30 dargestellt.

Das Prozeßmodul 30 umfaßt eine dezentrale E/A-Einheit bzw. Steuerung 60 (Prozeßmodul-Steuerung), die mit dem internen Datenbus 52 verbunden ist. Dieser Prozeßmodul-Steuerung 60 kommt die Aufgabe zu, die in dem jeweiligen Prozeßmodul 30 vorgesehenen Geräte zu steuern. Zu solchen Geräten gehören beispielsweise Schrittmotoren, Aktuatoren, Laserbeschriftungsvorrichtungen, Meß- und Prüfgeräte etc. In Fig. 3 sind rein beispielhaft ein Schrittmotor 62 sowie zwei Ein/Ausgabe-Schnittstellen 64 dargestellt, wobei letztere beispielsweise zur Ansteuerung eines Lasers und zum Empfang von Meßdaten dienen können.

Zur Ablaufsteuerung der erwähnten Geräte eines Prozeßmoduls 30 ist ein Programm erforderlich, das entweder in der Prozeßmodul-Steuerung 60 oder aber in der Basis-Steuerung 50 zum Ablauf gelangt. Im erstgenannten Fall verfügt die Prozeßmodul-Steuerung 60 über eine entsprechende Programmablaufeinheit 76. Falls das Programm auf der Basis-Steuerung 50 abläuft, werden die entsprechenden Steuerungsbefehle über den internen Datenbus 52 an die Prozeßmodul-Steuerung 60 weitergeleitet. Da die Basis-Steuerung 50 für alle innerhalb der Bearbeitungsstation 18 angeschlossenen Prozeßmodule 30 zuständig ist, werden in diesem Fall die unterschiedlichen Programme der Prozeßmodule 30 nacheinander, d. h. sequentiell, ausgeführt, so daß es bei zeitkritischen Funktionen eines Prozeßmoduls 30 zu Problemen führen kann. Abhilfe kann hier neben der bereits erwähnten Verlagerung der Programmablaufeinheit 76 in das jeweilige Prozeßmodul 30 auch das Vorsehen mehrerer Programmablaufeinheiten 76, d. h. Mikrocomputern, in der Basis-Steuerung 50 (Mehrprozessorsystem) schaffen.

Unter Bezugnahme auf die schematische Darstellung in Fig. 4A soll nachfolgend erläutert werden, wie die Prozeßmodul-Steuerung 60 aufgebaut ist und wie das zur Steuerung erforderliche Programm in die Programmablaufeinheit 76 gelangt.

Zur Vereinfachung wurden in Fig. 4A für die bereits im Zusammenhang mit Fig. 3 erläuterten Teile die gleichen Bezugszeichen verwendet, so daß auf deren nochmalige ausführliche Beschreibung verzichtet werden kann.

Jedes Prozeßmodul 30 umfaßt die Prozeßmodul-Steuerung 60, die unter anderem eine Steuerungseinheit 70, einen Programmspeicher 72 sowie eine Programmdaten-Verwaltungseinheit 74 umfaßt.

Bei dem Programmspeicher 72 handelt es sich um einen nicht flüchtigen Speicher, beispielsweise in Form eines ROM's, EE-PROM's oder eines Festplattenspeichers, in dem das notwendige Programm zur Steuerung des Prozeßmoduls 30 abgelegt ist. Bei der Programmdaten-Verwaltungseinheit 74 handelt es sich im einfachsten Fall um eine Speichereinheit, in der unterschiedliche prozeßmodulspezifische Daten abgelegt sind. Zu diesen Daten gehört beispielsweise eine das Prozeßmodul 30 identifizierende Kennung, ein Wert, der den Ort des Programms angibt und ein Wert, der den Ort der zur Ausführung dieses Programms notwendigen Programmablaufeinheit 76 angibt.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Basis-Steuerung 50 eine Programmablaufeinheit 76 auf. Ferner umfaßt auch das in Fig. 4A unten liegende Prozeßmodul 30 eine solche Programmablaufeinheit 76', die Teil der Prozeßmodul-Steuerung 60 ist.

Fig. 4A läßt noch erkennen, daß das Leitsystem 40 über das Internet 80 mit einem Server 82 verbindbar ist, wobei

der Server 82 einen Programmspeicher 72' umfaßt. Des weiteren ist ebenfalls durch eine gestrichelte Linie angedeutet, daß auch die Basis-Steuerung 50 oder das Leitsystem 40 über einen Programmspeicher 72" bzw. 72''' verfügen kann, in dem die zur Steuerung der Prozeßmodule 30 notwendigen Programme abgelegt sind.

Alle am Datenbus 42 angeschlossenen Einheiten weisen Schnittstellen 84 auf, die die Kommunikation über den Datenbus 42 steuern.

In Fig. 4B ist eine Abwandlung des in Fig. 4A gezeigten Ausführungsbeispiels dargestellt. Zur Vereinfachung sind gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, so daß auf deren nochmalige Beschreibung verzichtet werden kann. Im Unterschied zu dem in Fig. 4A gezeigten Ausführungsbeispiel weist diese Abwandlung keine Basis-Steuerung 50 mehr auf. Die Funktionalität dieser Basis-Steuerung 50 ist vollständig verlagert auf die Prozeßmodule 30 und/oder das Leitsystem 40. Aus diesem Grund verfügt jedes Prozeßmodul 30 über einen Programmspeicher 72, eine Programmablaufeinheit 76. Damit ergibt sich ein vollständig dezentraler Aufbau des gesamten Systems. Die Prozeßmodule 30 sind damit autark. Die Funktionsweise selbst verändert sich jedoch gegenüber dem in Fig. 4A gezeigten Ausführungsbeispiel im wesentlichen nicht, lediglich der über den Datenbus 52 übertragene Datenstrom verringert sich. Darüber hinaus kommunizieren die Prozeßmodule 30 über diesen Datenbus 52 sowohl miteinander als auch mit dem Leitsystem 40. Aufgrund der geringen Unterschiede der beiden in Fig. 4A und 4B gezeigten Ausführungsbeispiele wird nachfolgend die Inbetriebnahme eines Prozeßmoduls 30 anhand des in Fig. 4A gezeigten Systems beschrieben. Die Funktionen der dort angegebenen Basis-Steuerung 50 werden in dem in Fig. 4B gezeigten Ausführungsbeispiel dezentral, d. h. von dem Prozeßmodul selbst oder beispielsweise von dem Leitsystem 40, erbracht.

Die Inbetriebnahme eines Prozeßmoduls 30 läuft nun wie folgt ab:

Zunächst wird das Prozeßmodul 30 bzw. die Prozeßmodule 30 in die Bearbeitungsstation 18 eingeschoben und über die Steckverbindungen 34, 36 an die Energiestränge 24, 26 angeschlossen. Beim Einschalten eines Prozeßmoduls 30 meldet sich die Prozeßmodul-Steuerung 60 über den Datenbus 42 bzw. über den internen Datenbus 52 bei der Basis-Steuerung 50 an (oder den anderen Prozeßmodulen oder dem Leitsystem 40, wenn gemäß Fig. 4B keine Basis-Steuerung 50 vorgesehen ist). Die Basis-Steuerung 50 (gemäß Fig. 4B die Prozeßmodul-Steuerung 60 selbst oder das Leitsystem 40) liest die in der Programmablaufeinheit 74 abgelegten Daten aus und überträgt abhängig davon die Programmablaufeinheit 76. Alternativ und abhängig von dem in der Programmablaufeinheit 74 abgelegten Datum kann das Programm auch aus dem Programmspeicher 72', dem Programmspeicher 72" oder dem Programmspeicher 72''' im Leitsystem 40 geladen werden, wobei im erstgenannten Fall das Leitsystem 40 eine Verbindung über das Internet 80 mit dem Server 82 herstellt. Selbstverständlich ist es auch denkbar, daß die Prozeßmodule 30 eine Verbindung zum Internet selbständig ohne Beteiligung des Leitsystems 40 herstellen können. Die Information, wo das Programm abgelegt ist, findet sich also in der Programmablaufeinheit 74 jedes Prozeßmoduls 30. Darüber hinaus ist in dieser Programmablaufeinheit 74 auch angegeben, wo die Programmablaufeinheit 76 liegt. So ist die Programmablaufeinheit 76' in dem unteren Prozeßmodul 30 beispielsweise Teil der Prozeßmodul-Steuerung, so daß das Programm aus dem Pro-

grammspeicher 72 in die Programmablaufeinheit 76' übertragen wird.

Der vorgenannte Vorgang des Übertragens des Programms aus dem Programmspeicher 72 in die Programmablaufeinheit 76 läuft automatisch ab, ohne daß eine Bedienperson eingreifen müßte. Insbesondere ist es nicht mehr erforderlich, daß das Programm zur Steuerung des Prozeßmoduls 30 von der Bedienperson über ein Notebook in die Programmablaufeinheit 76 geladen wird und beispielsweise Programm Anpassungen vorgenommen werden müssen.

Nachdem die Programme der verschiedenen angeschlossenen Prozeßmodule 30 in die Programmablaufeinheit 76 bzw. Programmablaufeinheiten 76' der Prozeßmodule 30 geladen sind, werden sie gestartet und zyklisch wiederholt. Diese Programme sorgen dann beispielsweise dafür, daß die Schrittmotoren 62 der Prozeßmodule 30 angesteuert, der zur Beschriftung verwendete Laser 86 richtig bewegt und die Meßwerte einer Waage 88 richtig ausgelesen und ausgewertet werden.

Zuvor wurde die Programmdaten-Verwaltungseinheit 74 als einfache Speichereinheit beschrieben, die prozeßmodulspezifische Daten enthält. Alternativ hierzu kann es sich bei der Programmdaten-Verwaltungseinheit 74 auch um eine aktive Einheit handeln, die die zuvor beschriebenen Aufgaben der Basis-Steuerung 50, nämlich beispielsweise das Übertragen des Programms aus dem entsprechenden Programmspeicher 72 in die Programmablaufeinheit 76, übernimmt.

Selbstverständlich sind auch andere Aufgabenverteilungen zwischen der Programmdaten-Verwaltungseinheit 74 und der Basis-Steuerung 50 denkbar. Im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung ist es lediglich von Bedeutung, daß das Programm automatisch aus einem Programmspeicher 72 abhängig von den in der Programmdaten-Verwaltungseinheit 74 abgelegten Informationen gelesen wird, wobei der Programmspeicher 72 Teil der Bearbeitungsanlage 10 ist.

Zusammenfassend zeigt sich also, daß die erfindungsgemäße steuerungstechnische Ausgestaltung der Prozeßmodule 30 zu einer deutlichen Vereinfachung der Inbetriebnahme führt. So ist es beispielsweise nicht mehr notwendig, daß geschultes Personal per Notebook die erforderlichen Programme einspielt, so daß einerseits Kosten eingespart werden können und andererseits eine mögliche Fehlerquelle beseitigt wird (Plug and Work). Darüber hinaus trägt jedes Prozeßmodul 30 alle notwendigen Komponenten, um außerhalb der Bearbeitungsstation 18 getestet werden zu können.

#### Patentansprüche

1. Prozeßmodul für eine Bearbeitungsstation (18) zur Ausführung einer vorgegebenen Funktion, mit einer Steuereinrichtung (60), der eine Programmablaufeinheit (76; 76') zugeordnet ist, auf der ein das Prozeßmodul steuerndes Programm zum Ablauf gelangt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinrichtung (60) eine Programmdaten-Verwaltungseinheit (74) umfaßt, die die Übertragung des dem Prozeßmodul (30) zugeordneten Programms aus einem Programmdaten-Speicher (72; 72'; 72'') zu der Programmablaufeinheit (76; 76') koordiniert.
2. Prozeßmodul nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (60) den Programmdaten-Speicher (72) umfaßt.
3. Prozeßmodul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (60) die Programmablaufeinheit (76') umfaßt.
4. Prozeßmodul nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

daß die Programmablaufeinheit (76) als Mikroprozessor vorgesehen ist.

5. Prozeßmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Programmdaten-Verwaltungseinheit (74) eine Speichereinheit zur Abspeicherung von prozeßmodulspezifischen Daten umfaßt.

6. Prozeßmodul nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Programmdaten-Verwaltungseinheit (74) über einen Bus (42; 52; 80) mit dem Programmdaten-Speicher (72; 72'; 72'') verbindbar ist.

7. Bearbeitungsstation mit zumindest einem Prozeßmodul (30) zur Ausführung einer vorgegebenen Funktion, wobei das Prozeßmodul (30) eine Steuereinrichtung (60) umfaßt, der eine Programmablaufeinheit (76; 76') zugeordnet ist, auf der ein das Prozeßmodul (30) steuerndes Programm zum Ablauf gelangt, und mit einem Bussystem (42; 52) zur Übertragung von Daten zu der Steuereinrichtung (60) des Prozeßmoduls (30), dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (60) eine Programmdaten-Verwaltungseinheit (74) umfaßt, die die Übertragung des dem Prozeßmodul (30) zugeordneten Programms aus einem Programmdaten-Speicher (72; 72'; 72'') zu der Programmablaufeinheit koordiniert.

8. Bearbeitungsstation nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Basis-Steuereinrichtung (50) vorgesehen ist, und daß das Prozeßmodul (30) eine Schnittstelle (84) zum Anschluß an die Basis-Steuereinrichtung umfaßt.

9. Bearbeitungsstation nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Basis-Steuereinrichtung (50) die Programmablaufeinheit (76; 76') umfaßt.

10. Bearbeitungsstation nach Anspruch 7, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Programmablaufeinheit (76; 76') als Mikrocomputer ausgebildet ist.

11. Bearbeitungsstation nach Anspruch 7, 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Prozeßmodule (30) vorgesehen sind, wobei die den Prozeßmodulen (30) zugeordneten Programme auf der Programmablaufeinheit (76) zum Ablauf gelangen.

12. Bearbeitungsstation nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Programmablaufeinheit (76) mehrere Mikroprozessoren umfaßt, so daß die den Prozeßmodulen (30) zugeordneten Programme parallel auf unterschiedlichen Mikroprozessoren zum Ablauf gelangen.

13. Bearbeitungsstation nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest einer der Mikroprozessoren (76') in einer Steuereinrichtung (60) eines Prozeßmoduls (30) vorgesehen ist.

14. Bearbeitungsstation nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Basis-Steuereinrichtung (50) und/oder die Steuereinrichtung (60) so ausgebildet sind, eine Verbindung mit dem Programmdaten-Speicher (72') herzustellen, der außerhalb der Bearbeitungsstation (18) liegt.

15. Bearbeitungsstation nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung mit dem Programmdaten-Speicher (72') über das Internet (80) erfolgt, wobei der Programmdaten-Speicher (72') in einem mit dem Internet (80) verbundenen Server (82) vorgesehen ist.

16. Verfahren zur Inbetriebnahme einer Bearbeitungsstation nach einem der Ansprüche 7 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß nach Anschluß eines Prozeßmoduls (30) an der Bearbeitungsstation (18) über die Schnitt-



stelle (84) das das Prozeßmodul (30) steuernde Programm abhängig von in der Programmdaten-Verwaltungseinheit (74) abgelegten prozeßmodulspezifischen Daten aus dem Programmdaten-Speicher (72; 72'; 72'') ausgelesen und zur Programmablaufeinheit (76; 76') übertragen wird. 5

17. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die prozeßmodulspezifischen Daten zumindest ein Datum der folgenden Daten umfassen: Speicherort des Programms, Ort des Übertragungsziels des Programms und Identifikationsdaten des Prozeßmoduls (30). 10

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

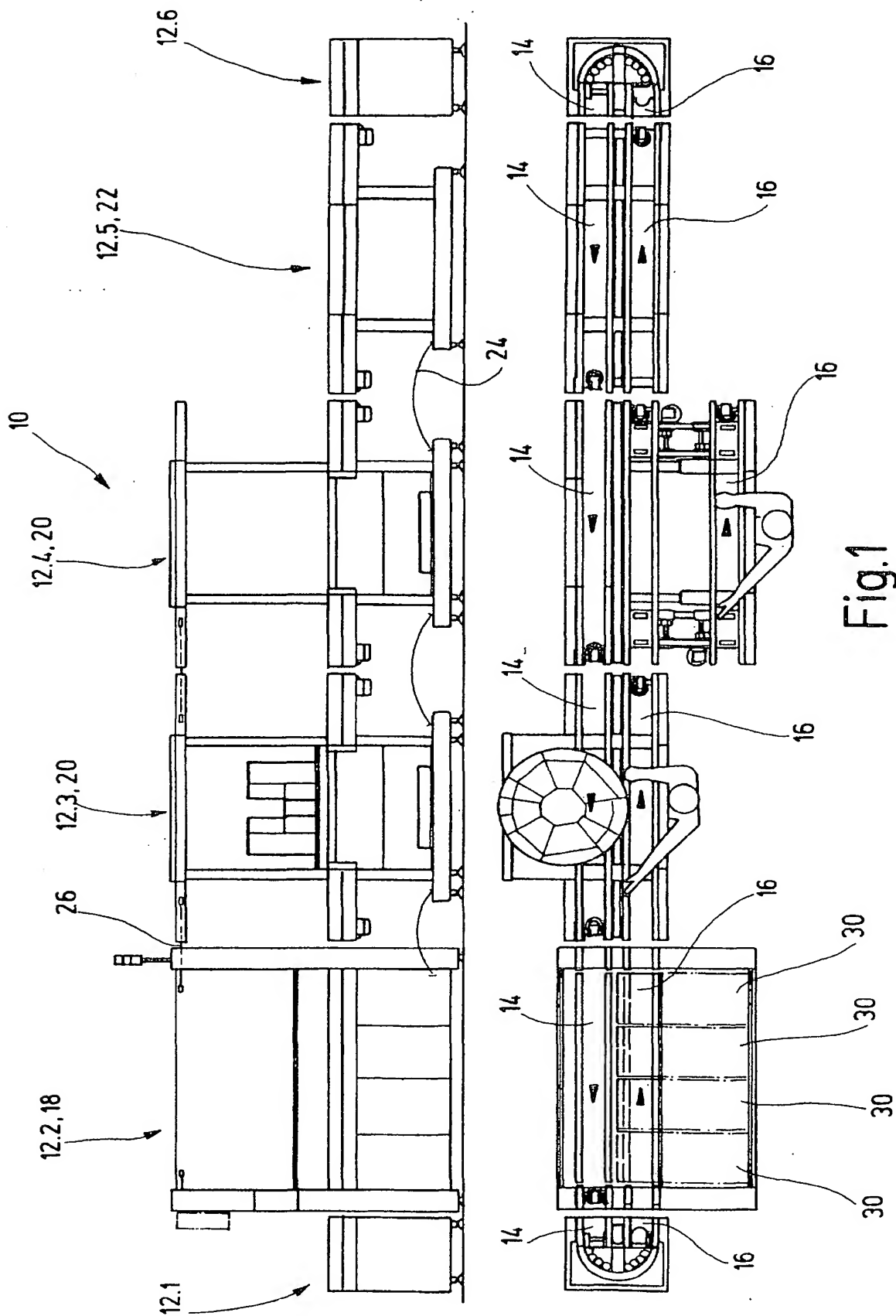
45

50

55

60

65





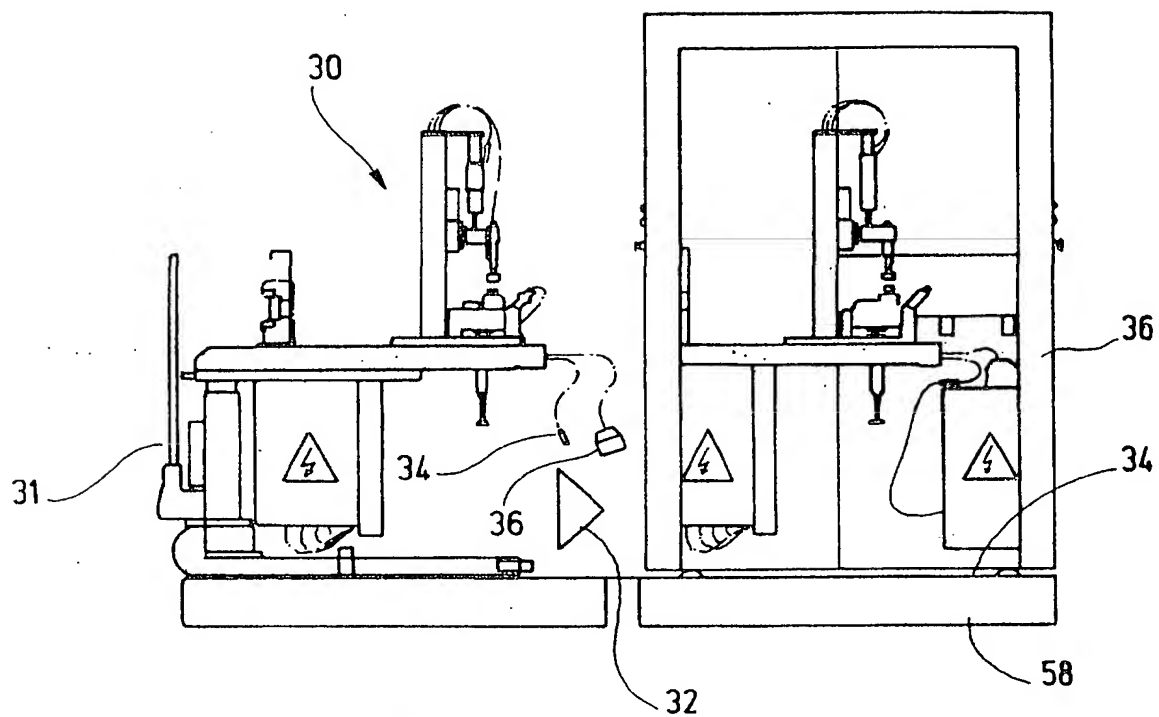


Fig. 2

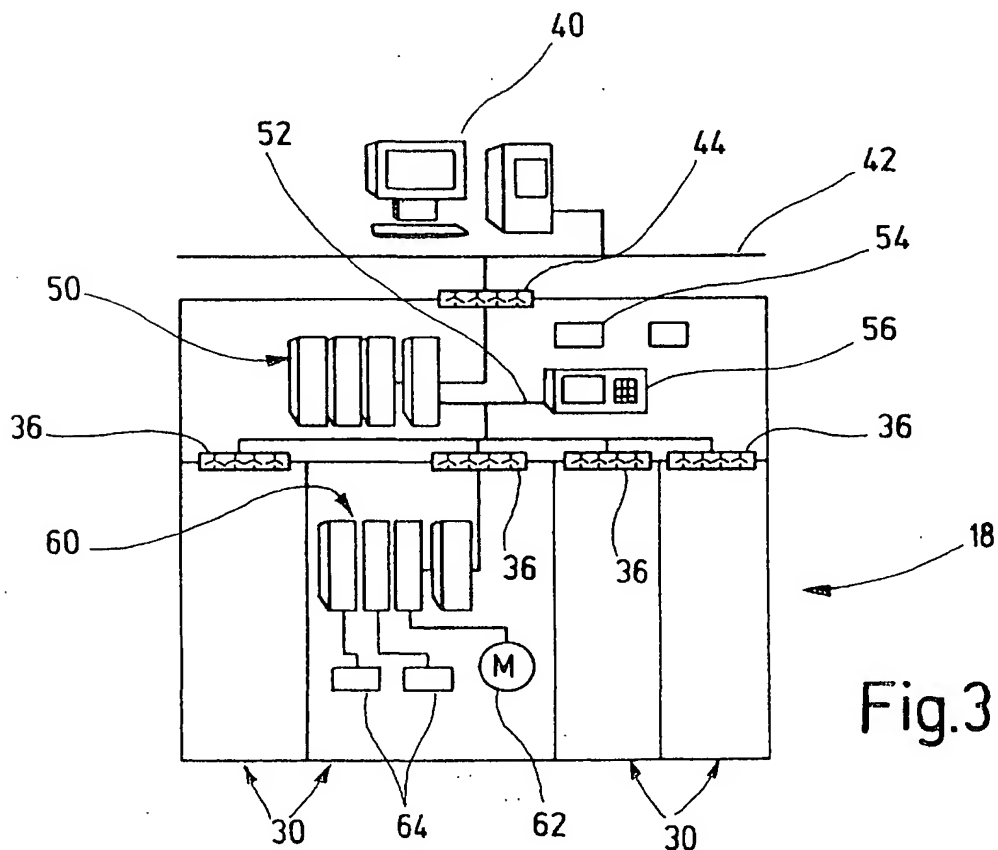


Fig. 3

